Caldasia 19(1-2): 297-310

SIMULIDOS (DIPTERA: SIMULIIDAE) PRESENTES ENTRE LAS VERTIENTES MAGDALENENSE Y ORINOCENSE, EN UN SECTOR AL CENTRO DE COLOMBIA

Paulina Muñoz de Hoyos

Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional. A. A. 7495. Santafé de Bogotá, Colombia. E-mail : pamunoz@ciencias.ciencias.unal.edu.co

Daniel Rafael Miranda-Esquivel

Escuela de Biología. U. I. S., A. A. 678. Bucaramanga,Colombia. E-mail: dmiranda@uiscol.edu.co

Resumen

Con el ánimo de hacer una comparación entre las especies de la familia Simuliidae de la cordillera Oriental (flanco occidental versus flanco oriental) y caracterizar los simúlidos de las regiones fría, templada y cálida de la cordillera oriental, se realizaron colecciones periódicas en el departamento de Cundinamarca y esporádicas en el departamento del Tolima durante los años de 1992 a 1995. Al identificar las especies colectadas se determinó que en la región, la familia está representada por 23 especies del género *Simulium* asignadas a 8 subgéneros y 15 especies del género *Gigantodax* pertenecientes a 5 grupos. 14 especies corresponden a especies endémicas. Para el análisis se tuvieron en cuenta 70 localidades agrupadas en 28 zonas. Se usaron los cladogramas de los subgéneros del género *Simulium* y de los grupos del género *Gigantodax*. En el análisis por similitud se obtuvieron 4 grandes grupos. Se identificó una sola área de endemismo delimitada por la presencia de dos especies del género *Gigantodax* del grupo *cormonsi*. En el análisis de ecología histórica se observa que existe un gradiente altitudinal no dependiente ni de la vertiente de la cordillera Oriental ni de las cordilleras oriental y central, correspondiendo las zonas bajas a las regiones más antiguas con especies más primitivas.

Palabras clave: *Simulium, Gigantodax,* Similitud de zonas, BPA, Paleoecología.

Summary

In order to make a comparison between the species of the Simuliidae family present in the east cordillera (east slope vs west slope) and characterize the simuliids from cold, medium and hot climates, the simuliid group of the ICN-MHN collected them in the departments of Cundinamarca and Tolima during the years 1992 to 1995. The region has 23 species from the genus *Simulium* (8 subgenera) and 15 species from the genus *Gigantodax* (5 groups). 14 species are endemic species. In order to make the species distribution analyses by similarity and paleoecology we use 70 collection localities grouped in 28 regions. The cladograms of the *Simulium* subgenus and *Gigantodax* groups were used. In the similarity analyses there are four major groups. There is only one zone of endemism, delimited by the presence of two species of the *Gigantodax cormonsi* group. The Paleoecology analyses indicates an altitudinal gradient independent of the mountain range and slope, with the low elevations corresponding to older regions and having the more primitive species.

Key words: *Simulium, Gigantodax,* zones of similarity, BPA, paleoecology.

Introducción

La familia Simuliidae posee en el neotrópico 354 especies asignadas a 26 taxa supraespecíficos (Coscarón & Coscarón-Arias 1995) correspondientes al 22.84 % de las especies conocidas en el mundo (Crosskey 1990). En Colombia está representada por los géneros *Simulium* Latreille, 1802, con 50 especies asignadas a 11 subgéneros (Muñoz de Hoyos 1994) y *Gigantodax* Enderlein, 1925, con 17 especies distribuidas en 5 grupos (Muñoz de Hoyos 1995).

El área de estudio hace parte de la región biogeográfica norandina en Colombia la cual es considerada una área de endemismos para la familia Simuliidae (Coscarón & Coscarón-Arias 1995). En ésta se encuentran 14 especies aparentemente endémicas agrupadas en seis taxa supraspecíficos, tres del género *Simulium* y tres del género *Gigantodax*, las que corresponden al 16 % y 35.3%, respectivamente, de las especies conocidas para Colombia. La región norandina es la región que posee más especies de simúlidos en Sur América (Coscarón & Coscarón-Arias 1995).

Para comparar las especies de la familia Simuliidae de la coordillera Oriental (flanco occidental versus flanco oriental) y caracterizar los simúlidos de las regiones fría, templada y cálida de la cordillera Oriental, el grupo de simúlidos del Instituto de Ciencias Naturales realizó colecciones periódicas en el departamento de Cundinamarca y esporádicas en el departamento del Tolima durante los años de 1992 a 1995 como parte del proyecto de investigación "Sistemática de los simúlidos de Colombia: transecto Bogotá - Honda".

Materiales y métodos

Los muestreos se realizaron en cerca de 70 localidades, reducidas a 28 grupos, en un sector del centro de Colombia, ubicadas en los departamentos de Cundinamarca y Tolima en las regiones geográficas vertiente magdalenense de la cordillera oriental, altiplano cundiboyacense, vertiente oriental andina y vertiente magdalenense de la cordillera central, siendo todas ellas representativas de la variación geográfica y ecológica en la zona de estudio (Fig.1,Tabla 1). Las corrientes de agua estudiadas están en diferentes pisos altitudinales, entre 300 y 3700 m alt., en distintas condiciones de relieve, desde valles hasta montañas y en diversos tipos de bosque, desde secos hasta muy húmedos y desde tropicales hasta montanos; la zona de vida (Espinal 1990) correspondiente a cada localidad se señala en la tabla 1.

Las larvas y las pupas se colectaron en ríos y quebradas, directamente de la vegetación y/o piedras presentes en las corrientes de agua. La mayor parte de los adultos, de ambos sexos, se obtuvieron en el laboratorio por el aislamiento y posterior cría de las pupas. Las hembras de las especies antropofílicas se capturaron con cebo humano.

La matriz de datos (especies versus área) se construyó usando la información obtenida en el presente estudio y en estudios previos (Wygodzinsky 1971, Wygodzinsky & Coscarón 1982, 1989, Coscarón & Py-Daniel 1989, Coscarón 1990, Muñoz de Hoyos 1994, 1995).

Con el objeto de analizar si las localidades tenían una composición diferencial de especies se emplearon dos métodos de agrupamiento. El primer método fue el de similaridad de zonas de acuerdo al índice de Jacqard y el agrupamiento por UPGMA en el que se usó el programa NTSYS-pc (Rohlf 1992), que definen que áreas tienen especies en común. El segundo método fué un análisis de áreas de endemismo por parsimonia (PAE) (Rosen 1988; Morrone 1994), seguido de un análisis de paleoecología (ecología histórica) usando el BPA (Brooks Parsimony analysis) (Brooks & Mc Lennan 1991). La matriz se generó tomando el programa **random cladistics** (Sidall 1993), basado en los cladogramas para subgéneros de *Simulium* (Coscarón 1987) y para los grupos de *Gigantodax* (Coscarón com. pers.). Los datos fueron analizados con ayuda del programa **Hennig 86** (Farris 1988) con la opción ***ie****. Los dendrogramas iniciales se redujeron por pesaje sucesivo y se reanalizaron por ***ie**** para obtener los dendrogramas finales. La matriz se permutó 1000 veces y se observó la covariación.

El PAE se basa en el criterio de simplicidad o parsimonia para obtener la distribución congruente de especies; la definición de área de endemismo (área soportada por la distribución única de dos o más taxa) se logra evaluando la distribución más simple de las especies en la distintas áreas (Morrone 1994).

El BPA es una estrategia que comprende la distribución de especies /áreas y la filogenia

BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDAD NACIONAL

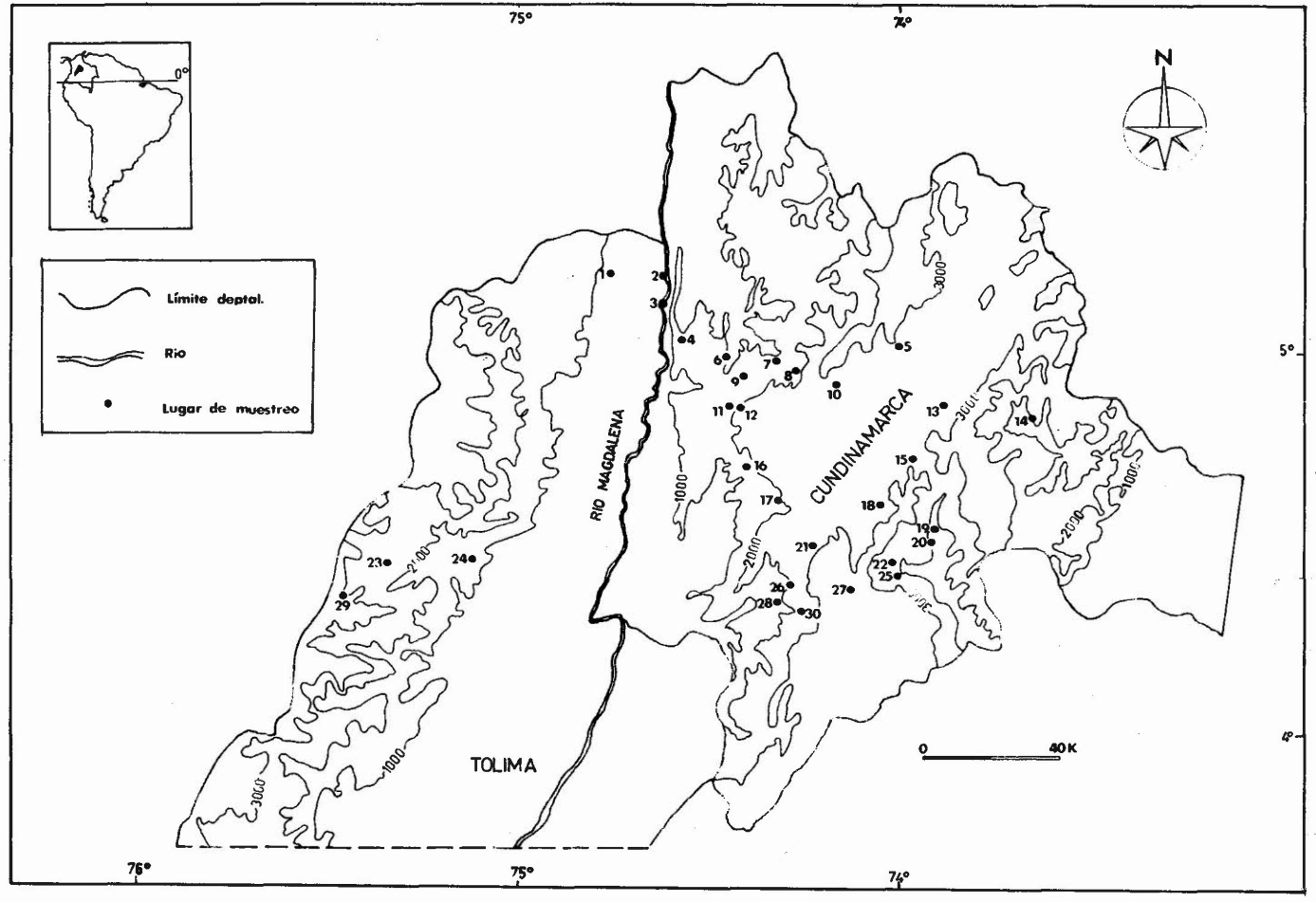

Figura 1. Localidades muestreadas en los departamentos de Cundinamarca y Tolima. 1, Mariquita-Honda, quebrada de Padilla. 2, Honda, río Gualí. 3, Honda, río Magdalena. 4, Guaduas. 5, Zipaquirá. 6, Villeta. 7, La Vega. 8, San Francisco. 9, Sasaima. 10, Subachoque. 11, Guayabal de Síquima, río Síquima. 12, Albán. 13, Guasca. 14, Gachetá. 15, La Calera. 16, Cachipay. 17, Santandercito, Zoológico Santa Cruz. 18, Bogotá. 19, Choachí. 20, Ubaque. 21, Sibaté. 22, Chipaque. 23, Anaime. 24, Gualanday. 25, Une. 26, Aguadita. 27, Chisacá. 28, Fusagasugá. 29, Páramo de los Valles. 30, Pasca.

Tabla 1. Listado de los 28 grupos de localidades analizadas con sus respectivas anotaciones de rango altitudinal, zona de vida, abreviatura y No. en la figura 1.

Región geográfica Altiplano cundiboyacense

LOCALIDADES	RANGO ALTITUDINAL m alt.	ZONA DE VIDA	ABREVIATURA	N° FIGURA 1
VIA BOGOTA-CHOACHI (RIO TEUSACA)	3100-3300	bmh-M	Bog-Cho-Te	18,19
LA CALERA-SIBERIA	2850-3050	bh-MB	Calera-Si	15
GUASCA	2650-3300	bh-MB/bmh-M	Guasca	13
ZIPAQUIRA-SUBACHOQUE-LA PRADERA	2600-2900	bmh-M	Zipaquirá	5,10
SIBATE-MUÑA	2300-2600	bh-MB	Sibaté-Muñ	21

Región geográfica Vertiente magdalenense de la cordillera oriental

LOCALIDADES	RANGO ALTITUDINAL m alt.	ZONA DE VIDA	ABREVIATURA	N° FIGURA 1
CHISACA (RIO CHISACA QUEBRADA DEL OSO, QUEBRADA HOYA HONDA)	3000-3700	bmh-M	Chisacá	27
VIA AGUADITA-PASCA (RIO BARRO BLANCO)	1950-2050	bmh-PM	Aguad-Pas	26,30
ALBAN,VIA ALBAN-SASAIMA KM 90	1800-2400	bmh-MB/bh-MB	Albán	12
SALTO DE TEQUENDAMA-ZOO. STA CRUZ	1850-2050	bmh-PM	Salto-Zoo	17
FUSAGASUGA	1735	bmh-PM	Fusa	28
GUAYABAL DE SIQUIMA (RIO SIQUIMA)	1690	bmh-PM	Siquima	11
VIA VILLETA-GUADUAS (RIO SAN FCO)	1560	bmh-PM	V-G-RSFco	6,4
SASAIMA (RIOS GUANE, DULCE)	1550-1600	bmh-PM	Sasaima	9
VIA VILLETA-GUADUAS (EL CHORRILLO, EL DESCANSO)	1540	bh-PM	V-G-Ch-D	6,4
LA VEGA, SAN FRANCISCO (RIOS CAÑAS, SAN MIGUEL Y TABACAL)	1150-1550	bmh-PM/bh-PM	Vega-SFco	7,8
GUADUAS	800-900	bs-T	Guaduas	4
VILLETA	890	bs-T	-	6

Región geográfica Vertiente oriental andina

LOCALIDADES	RANGO ALTITUDINAL m alt.	ZONA DE VIDA	ABREVIATURA	N° FIGURA 1
VIA BOGOTA-CHIPAQUE	2100-2900	bmh-MB	Bog-Chipaq	18,22
VIA BOGOTA-CHOACHI:EL RAIZAL	2240	bmh-M	B-Ch-Raiza	18,19
VIA CHIPAQUE-CAQUEZA (RIO UNE)	1950	bh-PM	Une	25
CHOACHI (QUEBRADA DE GUAZA)	1920	bs-PM	Choachí-Gua	19
GACHETA	1750-1850	bh-PM	Gachetá	14
VIA UBAQUE-CHIPAQUE (RIO PALMAR)	1760	bs-PM	Ubaque	20
LA UNION (RIOS BLANCO Y NEGRO)	1630	bs-PM	-	-

Región geográfica Vertiente magdalenense de la cordillera central

LOCALIDADES	RANGO ALTITUDINAL m alt.	ZONA DE VIDA	ABREVIATURA	N° FIGURA 1
HONDA (QUEBRADA DE PADILLA)	470	bs-T	Honda-QPad	1
HONDA (RIO GUALI)	470	bs-T	Honda-RGual	2
HONDA (RIO MAGDALENA)	300	bs-T	Honda-RMag	3
PARAMO DE LOS VALLES	3280-3550	bmh-M	P-Valles	29
ANAIME	1300-2350	bh-MB/bmh-PM	Anaime	23
GUALANDAY	525	bs-T	Gua	24

de dos o más grupos distribuidos en esas áreas, lo cual permite realizar una matriz de componentes por área; tal matriz es analizada por parsimonia y el resultado es una filogenia de las áreas (Brooks & Mc Lennan 1991).

Resultados y discusión

La región cuenta con 23 especies del género *Simulium* y 15 especies del género *Gigantodax* (Tabla 2). En la quebrada Potosí del municipio de Anaime se encontró una especie nueva, la cual fue descrita por Coscarón & Muñoz de Hoyos (1995) con el nombre de *Simulium (Ectemnaspis) anaimense*. En el páramo de los Valles se registraron, por primera vez para Colombia, las especies *Gigantodax multifilis* y *G. zumbahuae*. Varias especies constituyen nuevos registros para el departamento del Tolima (*S. sanguineum, S. samboni, S. pulverulentum, G. multituberculatus, G. basinflatus, G. misitu, G. cervicornis*) y para el departamento de Cundinamarca (*S. shewellianum, S. exiguum, S. matteabranchium*). Se detectaron varias especies antropofílicas : *Simulium metallicum, S. exiguum, S. sanguineum* y esporádicamente *S. bipunctatum/ S. antillarum*.

En esta investigación no se confirmaron las especies *S. bicoloratum, S. pifanoi* y *S. albanense*, que habían sido colectadas por Wygodzinsky en 1967 y 1969, quizás debido a que las especies no toleraron los cambios que han sufrido las quebradas y los ríos por causa de la acción humana.

Simulium es un género que presenta una amplia distribución altitudinal, mientras que *Gigantodax* es un género restringido a las zonas de alta montaña (Fig. 2). Cada uno de

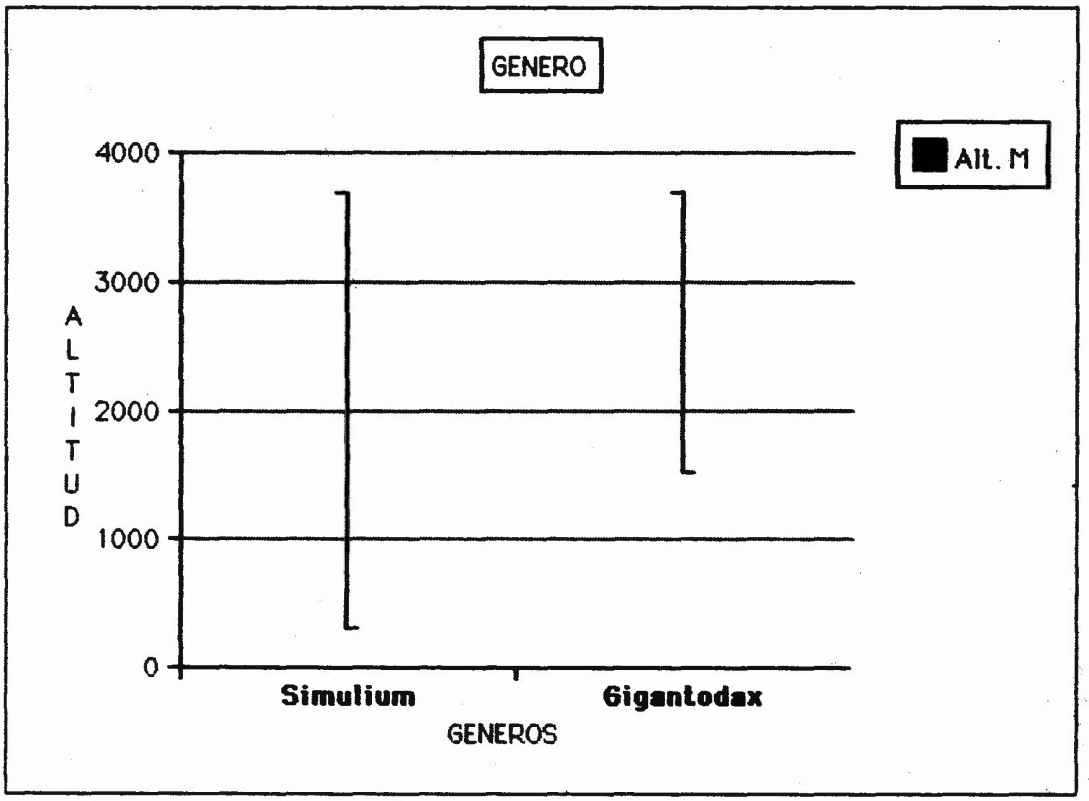

Figura 2. Distribución altitudinal de las especies de los géneros *Simulium* y *Gigantodax*.

Tabla 2. Especies de la familia Simullidae en la región de estudio

Género ***Gigantodax***

	NOMBRE ESPECIFICO	GRUPO	LOCALIDAD
G. basinflatus	Wygodzinsky & Coscarón,1989	*cilicinus*	13,18,19,27,29
G. brevis *	Wygodzinsky & Coscarón,1989	*cormonsi*	15,18,19,27
G. cervicornis	Wygodzinsky ,1974	*wrighti*	12,13,15,20,21,29
G. destitutus	Wygodzinsky & Coscarón,1989	*cilicinus*	12,14,17
G. misitu	Wygodzinsky & Coscarón,1989	*cormonsi*	18,19,27,29
G. multifilis	Wygodzinsky & Coscarón,1989	*multifilis*	29
G. multituberculatus	Wygodzinsky & Coscarón,1989	*brophyi*	5,10,12,13,15,18,19,21,29
G. nasutus *	Wygodzinsky & Coscarón,1989	*wrighti*	21,27
G. ortizi	Wygodzinsky ,1974	*brophyi*	10,13,15,18,19,21,22,27
G. osornorum *	Muñoz de Hoyos et al.,1995	*brophyi*	27
G. paramorum	Wygodzinsky & Coscarón,1989	*brophyi*	13,15,21,27
G. septenarius *	Wygodzinsky & Coscarón,1989	*wrighti*	12
G. siberianus *	Wygodzinsky & Coscarón,1989	*cormonsi*	15,18,19,27
G. wygodzinskyi *	Moncada et al.,1981	*cormonsi*	10,12,15,18,19,21,27,29
G. zumbahuae	Wygodzinsky & Coscarón,1989	*brophyi*	29

Género ***Simulium***

	NOMBRE ESPECIFICO	SUBGENERO	LOCALIDAD
S. albarense *	Coscarón,1990	*Ectemnaspis*	12,20,22
S. anaimense *	Coscarón & Muñoz de Hoyos,1995	*Ectemnaspis*	23
S. antillarum	Jennings,1915	*Ectemnaspis*	4,6,7,8,12
S. bicoloratum	Malloch,1912	*Ectemnaspis*	18,21,22
S. bicornutum *	Wygodzinsky & Coscarón,1982	*Ectemnaspis*	27,29
S. exiguum **	Roubaud,1906	*Notolepria*	1,4,6,7,8,14,25
S. furcillatum *	Wygodzinsky & Coscarón,1982	*Ectemnaspis*	5,10,15,18,19,22,27
S. ignescens	Roubaud,1906	*Ectemnaspis*	4,5,6,7,8,10,12,13,15,17,19,21,23,24,25,26,27,30
S. lutzianum	Pinto,1931	*Ectemnaspis*	4,6,9,10,12,17,21,23,24,26,30
S. matteabranchium	Anduze,1947	*Simulium*	12,17
S. metallicum **	Bellardi, 1859	*Simulium*	4,7,8,9,11,12,14,16,17,20,23,24,25,26,28,30
S. mexicanum	Bellardi,1862	*Hemicnetha*	1,7,8,24
S. muiscorum *	Bueno, Moncada & Muñoz de Hoyos,1979	*Grenieriella*	10,15,19,21,26,27,30
S. paynei	Vargas,1942	*Hemicnetha*	4,7,8,9,11,12,17,19,20,23,25
S. pifanoi	Ramírez-Pérez,1971	*Ectemnaspis*	12,17,21,26
S. pulverulentum	Knab,1915	*Hemicnetha*	2,7,8,24
S. romanai	Wygodzinsky,1951	*Ectemnaspis*	4,6,7,8,9,11,12,17,21,23,24,26,30
S. samboni	Jennings,1915	*Psilopelmia*	1
S. sanguineum **	Knab,1915	*Cerqueirellum*	3
S. schmidtmummi *	Wygodzinsky,1973	*Psaroniocompsa*	15,18,19,21,27
S. shewellianum	Coscarón,1990	*Ectemnaspis*	4
S. sumapazense *	Coscarón & Py Daniel,1989	*Grenieriella*	13,18,19,27
S. tunja *	Coscarón,1990	*Ectemnaspis*	10,12,13,15,21,26,27,30

* = Especie endémica
** = Especie antropofílica

los subgéneros de *Simulium* está confinado a un rango altitudinal particular (Fig. 3). El subgénero *Ectemnaspis* posee 3 grupos representados en la región, de ellos, el grupo *dinellii* es el que tiene el rango altitudinal más reducido (Fig. 4). Los grupos de *Gigantodax* poseen una distribución altitudinal semejante, salvo el grupo *multifilis* que solo se halla por encima de los 3.000 m. alt. (Fig. 5).

En el análisis de similaridad de zonas se presentan cuatro grandes grupos y algunas regiones aisladas (Fig. 6). Los grupos al parecer obedecen a cercanía geográfica, con regiones

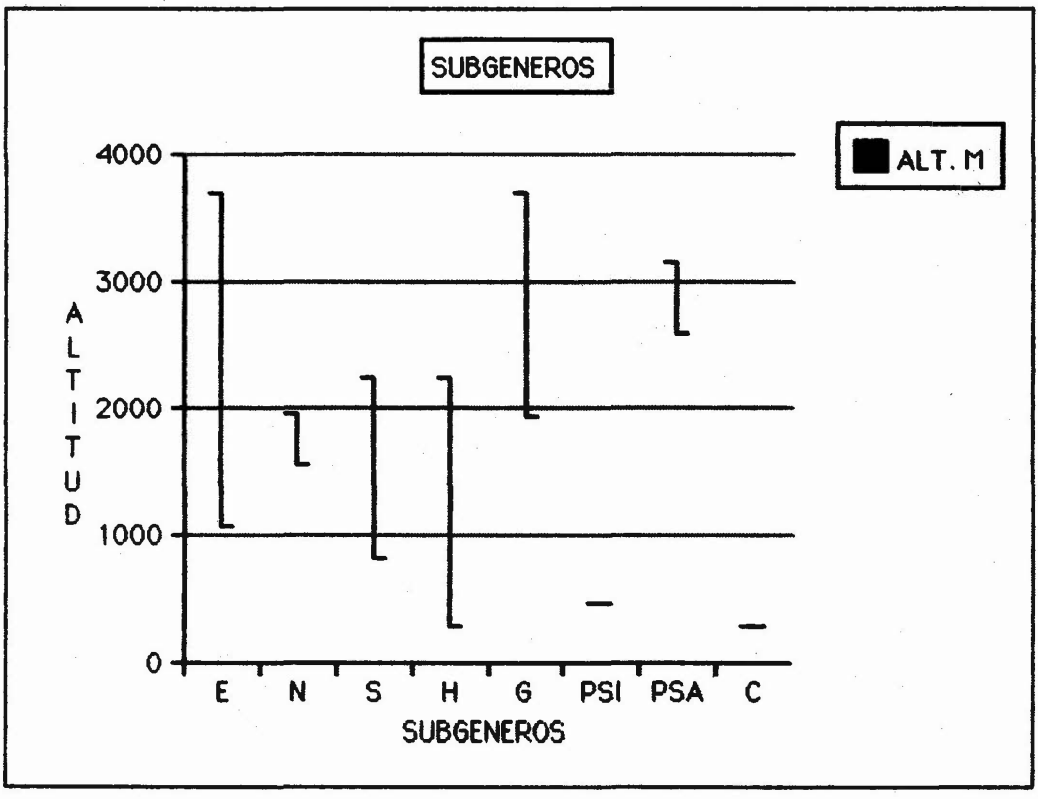

Figura 3. Distribución altitudinal de las especies de los subgéneros del género *Simulium* (E: *Ectemnaspis*. N: *Notolepria*. S: *Simulium* . H: *Hemicnetha* . G: *Grenieriella* . PSI: *Psilopelmia* . PSA: *Psaroniocompsa* . C: *Cerqueirellum*).

adyacentes poseyendo conjuntos similares de especies, aspecto que es esperable debido al índice utilizado (Jacqard).

Las localidades del grupo 1, Albán, Salto-Zoológico Santa Cruz, Aguadita-Pasca, Anaime, Villeta-Guaduas-Río San Francisco, Une, La Vega-San Francisco, Villeta-Guaduas El Chorrillo-El Descanso, están entre los 1150 y 2400 m alt., corresponden a bmh-MB, bh-PM y bmh-PM, con temperaturas medias entre 12 y 24°C y promedio anual de lluvias entre 1000 y 4000 mm (Espinal 1990). Son típicas las neblinas espesas y las nubes bajas gran parte del tiempo en estás regiones.

Las localidades del grupo 2, Sasaima, Síquima, Guaduas, Ubaque, Fusagasugá, Choachí-Guaza, con altitudes entre los 800 y 1920 m alt., corresponden a las formaciones bmh-PM, bs-PM y bs-T, con temperaturas medias entre 18°C y un poco superior a 24°C y un promedio anual de lluvias entre 500 y 4000 mm (Espinal 1990).

Las localidades del grupo 3, Sibaté-Muña, La Calera-Siberia, Zipaquirá, Guasca, Chisacá, Bogotá- Choachí-Río Teusacá, con altitudes entre los 2300 y 3700 m alt., corresponden a las formaciones bh-MB y bmh-M, con temperaturas medias entre los 6 y 18°C, promedio anual de lluvias entre 1000 y 2000 mm y alta incidencia de niebla (Espinal 1990).

Las localidades del grupo 4, Bogotá-Chipaque, Bogotá-Choachí-Raizal con altitudes entre los 2100 y 2900 m alt., corresponden a las

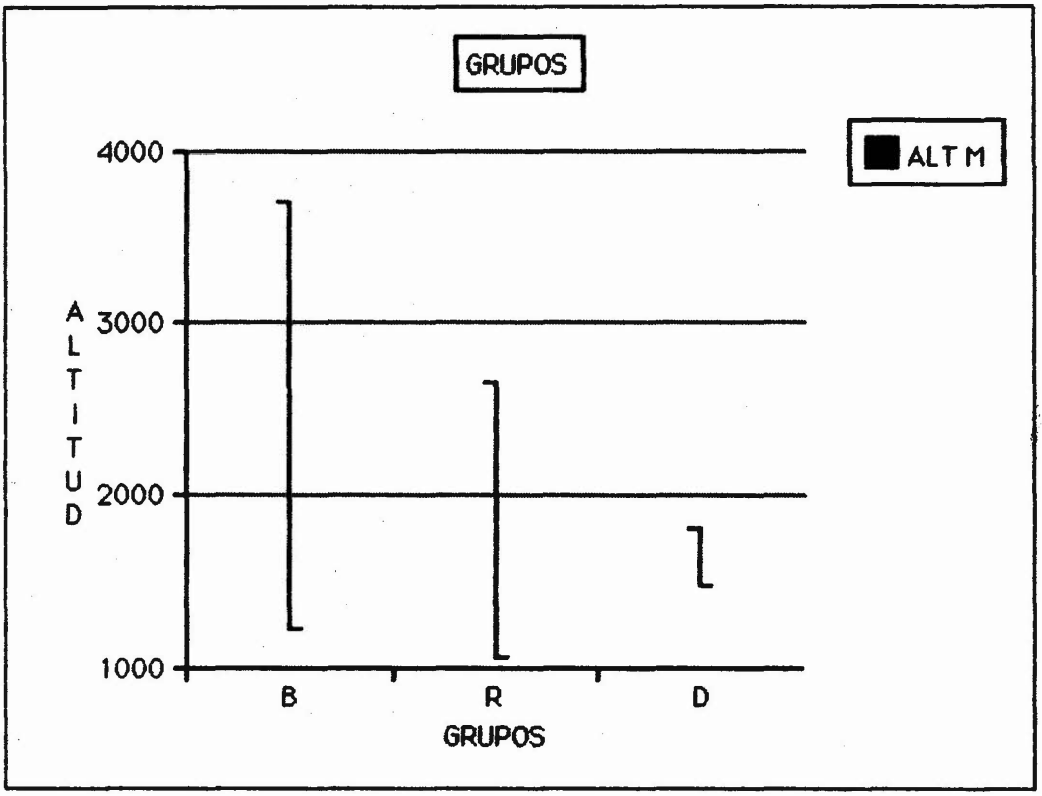

Figura 4. Distribución altitudinal de las especies de los grupos del subgénero *Simulium* (*Ectemnaspis*) (B: *bicoloratum* . R: *romanai* . D: *dinellii*).

formaciones bmh-MB y bmh-M, con temperaturas medias entre los 6 y 18°C, promedio anual de luvias entre 1000 y 2000 mm y alta influencia de niebla (Espinal 1990).

Se aprecian regiones independientes como Gachetá, Páramo de los Valles, Honda-río Magdalena, Honda-río Gualí y Honda-quebrada de Padilla. Para ubicar a Gachetá y al Páramo de los Valles en forma más precisa dentro del dendrograma es necesario hacer más colecciones en diferentes épocas del año. En la región de Honda (río Magdalena, río Gualí y quebrada de Padilla) el número de especies fue muy reducido, una por cada localidad; las bajas humedad y altitud, pueden jugar un papel muy importante en la distribución de estas especies, ya que la región de Honda corresponde a bosque seco tropical.

En la región estudiada la mayoría de las especies comparten dos pisos térmicos, con excepción de *S. matteabranchium, S. shewellianum, S. antillarum, S. mexicanum* y *S. exiguum* que son propias del piso térmico templado y *S. samboni* y *S. sanguineum* del piso térmico cálido. Sólo *S. ignescens* se encuentra en tres pisos térmicos: páramo, frio y templado, lo que indica que es una especie muy tolerante y que debe estar conformada por más de un citotipo.

En el análisis de PAE (Fig. 7) se generaron 114 dendrogramas que fueron reducidos por consenso; se obtuvo una sóla área de endemismo: La Calera-Siberia/Chisacá/Bogotá-Choachí-Río Teusacá, delimitada por la presencia de las especies *Gigantodax brevis* y *Gigantodax siberianus*, ambas del grupo *cormonsi*; los otros subclados están soporta-

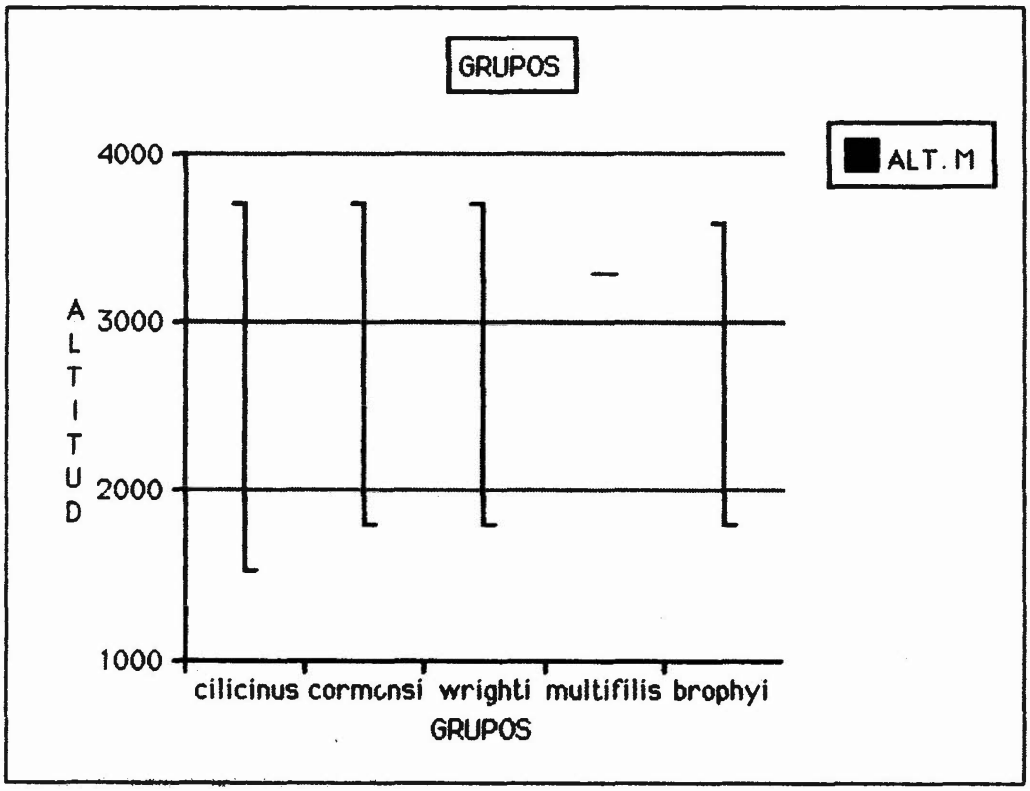

Figura 5. Distribución altitudinal de las especies de los grupos del género *Gigantodax*.

dos por la presencia de una sola especie por lo que no se consideran áreas de endemismo.

Para el análisis de BPA se examinaron las opciones de unir o no las tres regiones definidas en el análisis anterior como área de endemismo; en ambos casos se generó el mismo resultado. Originalmente se produjeron 1507 cladogramas que con posterioridad a dos rondas de pesaje sucesivo se redujeron a 596. En la figura 8 se presenta el consenso; la politomia indica que no existe un carácter o componente que los sustente en forma inequívoca, por lo que las relaciones entre estas áreas no pueden ser esclarecidas empleando únicamente la información proveniente de simúlidos.

Tres corrientes de agua muestreadas: ríos Blanco y Negro del municipio de la Unión (1630 m alt.) y río Villeta (890 m alt.) del municipio de Villeta no presentaron larvas y pupas de la familia Simuliidae, quizás por la gran turbidez del agua debida a partículas en suspensión del piso de pizarra negra de la formación Villeta del Cretáceo.

La afirmación planteada al inicio, sobre la ditribución de las especies, es corroborada, ya que como lo muestra el fenograma de similaridad de sitios, todos los pares de sitios no presentan las mismas especies; sin embargo, existe todavía poca definición del problema en las áreas no definidas en el estudio de BPA, por lo que se sugiere que se adicione, en un futuro, información proveniente de la distribución de otros organismos acuáticos con alta diversificación a nivel específico.

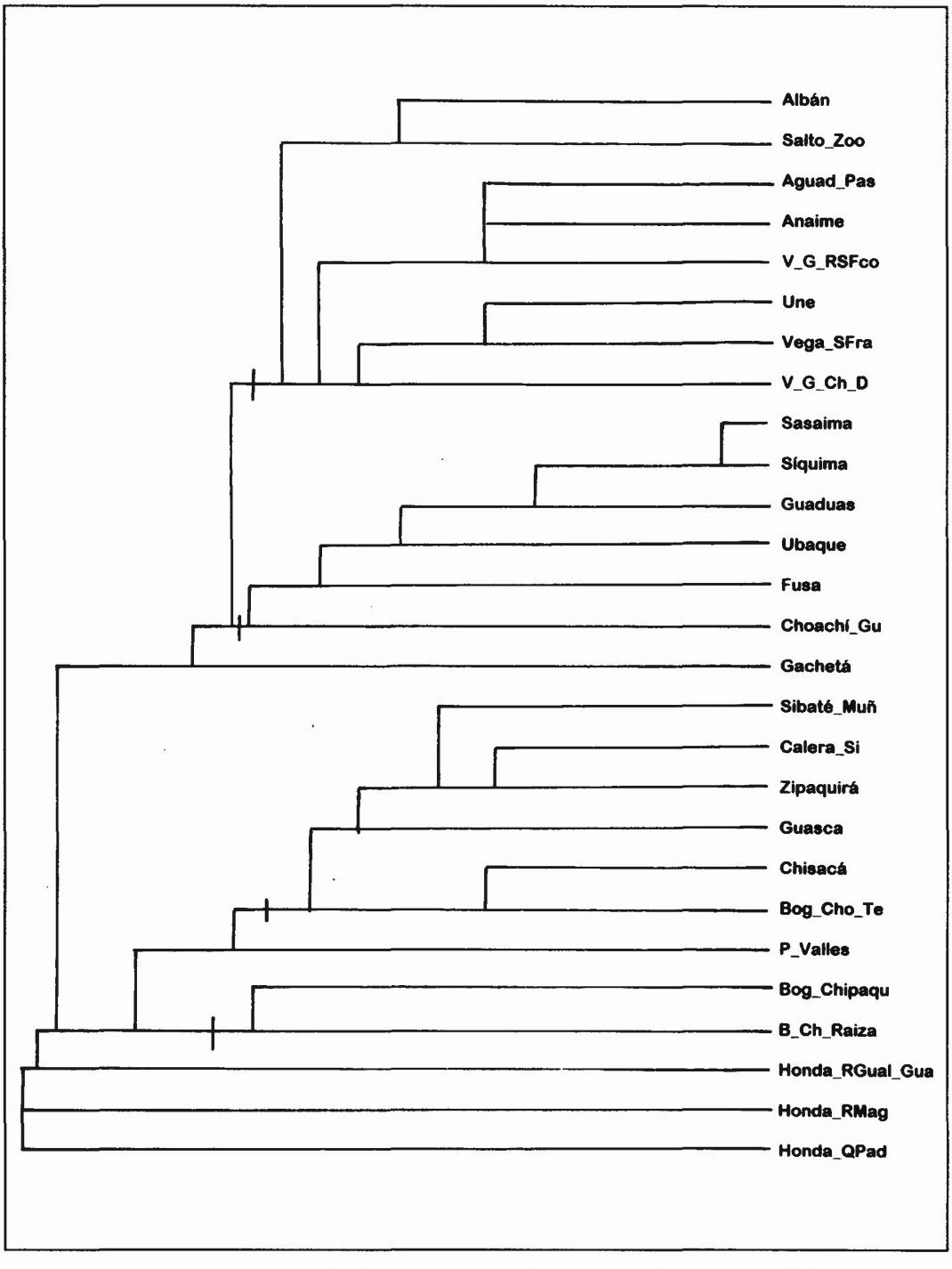

Figura 6. Fenograma de similitud entre las regiones. Las abreviaturas se indican en la tabla 1. Se observan los cuatro grandes grupos.

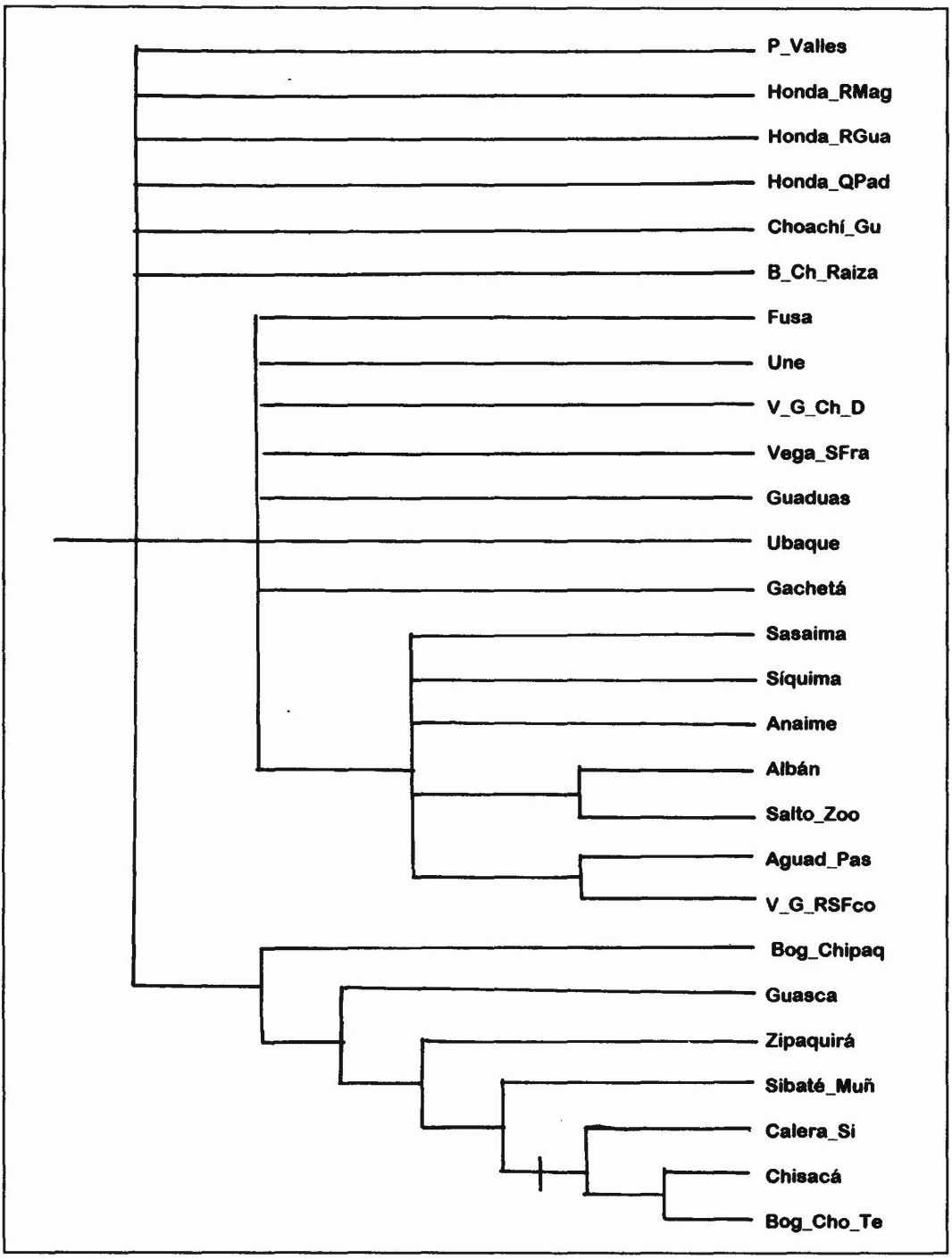

Figura 7. Fenograma de análisis de áreas de endemismo por parsimonia (PAE). Las abreviaturas se indican en la tabla 1. En la región inferior se observa el área de endemismo compuesta por las tres regiones.

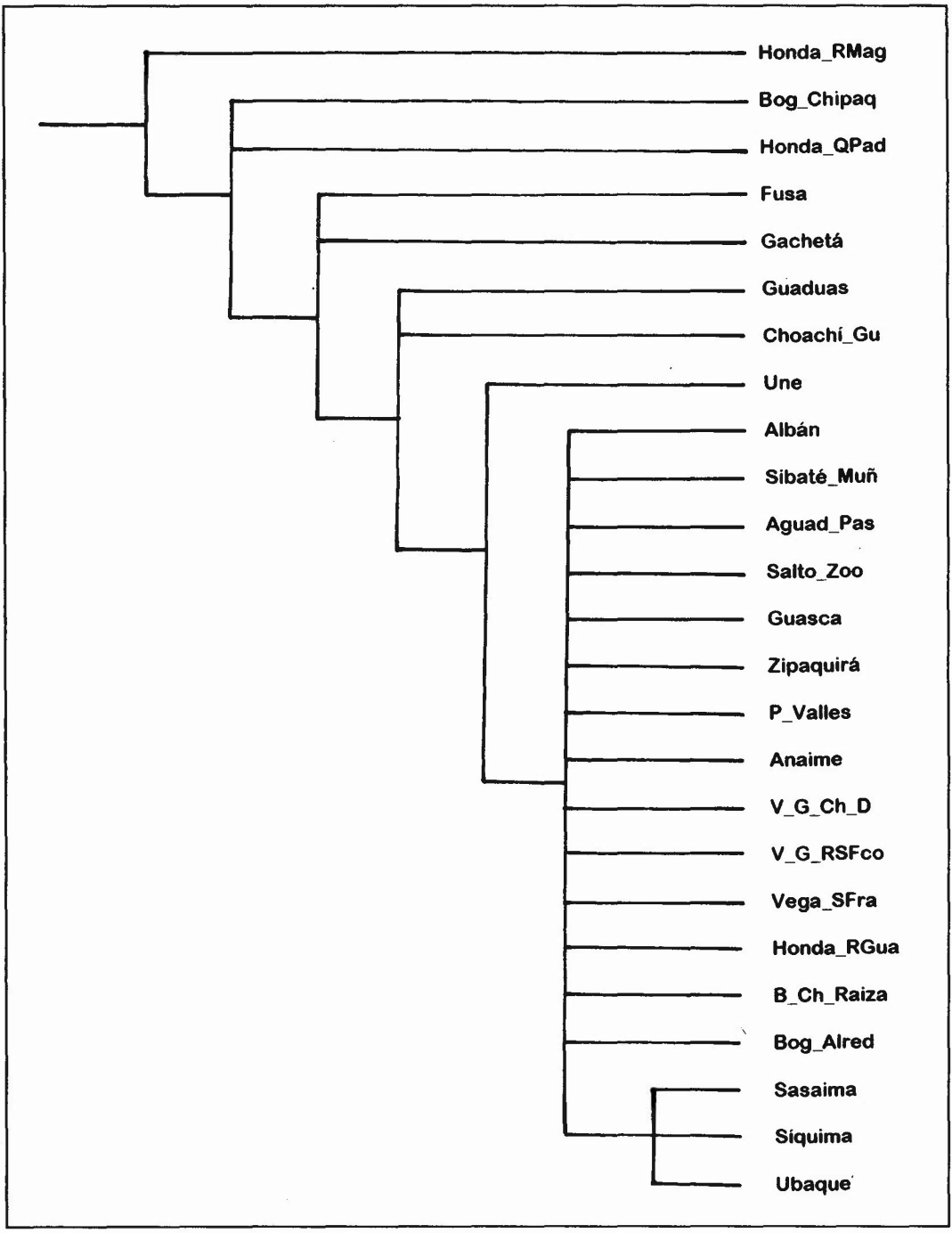

Figura 8. Cladograma de parsimonia de Brooks (BPA) para el análisis de paleoecología. Las abreviaturas se indican en la tabla 1, con excepción de Bog-Alred que corresponde al área de endemismo señalada en la figura 7. Se observan los distintos niveles de resolución entre las áreas consideradas.

En la figura 8 se aprecia que existe una gradiente altitudinal correspondiendo las zonas bajas a las regiones más antiguas con especies más primitivas, no dependiente ni de la vertiente de la cordillera oriental ni de las cordilleras oriental y central.

La gran riqueza de especies puede ser explicada, en parte, por el stress ambiental que aceleró los procesos de extinción y cladogénesis en la zona nor-andina, correlacionada con el levantamiento de los Andes (mioceno medio) (Marshall & Sempere 1993).

Conclusiones

A partir de este trabajo se concluye que la región presenta 38 especies de la familia Simuliidae, muchas de las cuales corresponden a especies endémicas (14 especies, 21%). A pesar de las variaciones en vegetación, suelos y geología, la altitud juega un papel muy importante en la distribución de los subgéneros de *Simulium* y grupos de *Gigantodax*. Factores tales como radiación solar, temperatura, presión, humedad, nubosidad, precipitación, vientos locales y variables propias de las corrientes de agua, tales como temperatura, pH, conductividad y velocidad de la corriente intervienen en menor escala en la distribución de las especies.

Se encontró una área de endemismo, con altitudes entre 2850 y 3700 m, que corresponde a las formaciones de bmh-M y bmh-MB propias de piso térmico frio. Es muy probable que al extender este tipo de investigación a otras regiones similares de Colombia se incremente el número de las áreas de endemismo para la familia Simuliidae.

La distribución espacial de los simúlidos no permite esclarecer las relaciones biogeográficas entre las áreas involucradas, por lo tanto, para investigaciones posteriores se sugiere incluir en el análisis a otros grupos acuáticos y terrestres además de la información derivada de estudios de geología y suelos de los sistemas hídricos continentales.

Agradecimientos

Los autores agradecen a COLCIENCIAS y a la Universidad Nacional de Colombia por el apoyo financiero al proyecto No. 1101-05-037-92 "Sistemática de los simúlidos de Colombia: Transecto Bogotá-Honda". Al profesor Julio Betancur, del Instituto de Ciencias Naturales, por la revisión crítica del manuscrito, a la Bióloga Claudia Moreno y a los estudiantes de la carrera de Biología Lourdes Teresa Arteaga y Ramón Mena, por la ayuda en el trabajo de campo; al señor Fredy Castellanos por la elaboración de los montajes para estudios morfológicos microscópicos.

Literatura citada

BROOKS, D.R. & D. MC LENNAN. 1991. *Phylogeny, ecology, and behavior: A research program in comparative biology.* University of Chicago Press.

COSCARÓN, S. 1987. *El género Simulium en la región neotropical: Análisis de los grupos supraespecíficos, especies que lo integran y distribución geográfica (Simuliidae, Diptera).* Museu Paraense Emilio Goeldi.

COSCARÓN, S. 1990. Taxonomía y distribución del subgénero *Simulium* (*Ectemnaspis*) Enderlein (Simuliidae, Diptera, Insecta). Iheringia, Ser. Zool., Porto Alegre (70) :109-178.

COSCARÓN, S. & C. COSCARÓN-ARIAS. 1995. Distribution of Neotropical Simuliidae (Insecta,Diptera) and its areas of endemism. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 19 (75) :717-732.

COSCARÓN, S. & P. MUÑOZ DE HOYOS. 1995. Blackfly novelties from the area near "Páramo de los Valles" in the department of Tolima, Colombia (Diptera:Simuliidae). Rev. Acad. Colomb. Cienc. 19 (74) :587-592.

COSCARÓN, S. & V. PY-DANIEL. 1989. Tres especies nuevas de *Simulium* Latreille de la región neotropical: *Simulium* (*Hemicnetha*) *cristalinum* sp. n. (*Grenieriella*) *wygodzinskyorum* sp. n. y *sumapazense* sp. n. (Diptera: Simuliidae). Rev. Saúde públ., S. Paulo 23 :313-321.

CROSSKEY, R. W. 1990. *The natural history of blackflies.* John Wiley & Sons. Chichester.

ESPINAL, L. S. 1990. Zonas de vida de Colombia. Universidad Nacional de Colombia. seccional Medellín. Editorial Ealon. 121p.

FARRIS, J. 1988. Hennig86. Vers. 1.5. Manual del usuario.

MARSHALL, L.G. & T. SEMPERE. 1993. Evolution of the neotropical cenozoic land mammal fauna in its geochronologic, statigraphic and tectonic context. pp. 329-391. En: Goldblatt, P. (Ed.) *Biological relationships between Africa & South America*. Yale University Press.

MORRONE, J.J. 1994. On the identification of areas of endemism. Systematic Biology 43:438-441.

MUÑOZ DE HOYOS, P. 1994. Simuliidae (Diptera) de Colombia: Distribución de las especies registradas. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 19 (73) :413-437.

MUÑOZ DE HOYOS, P. 1995. Género *Gigantodax* (Diptera:Simuliidae) en Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cienc.19 (74) :607-630.

ROHLF, F.J. 1992. NTSYS-pc. Numerical Taxonomy and multivariate analysis system (Vers. 1.70). Exeter software.

ROSEN, B.R. 1988. From fossils to earth history: Aplied historical biogeography. p. 437-481 En: Myers, A. & P. Giller (eds.). *Analytical biogeography: An integrated approach to the study of animal and plant distribution.* Chapman and Hall. Londres.

SIDDALL, M.E. 1993. Random Cladistics. Vers 2.1.1. User Manual. [Programa disponible por ftp anónimo desde zoo.toronto.edu]

WYGODZINSKY, P. 1971. Descriptions and redescriptions of species of the blackfly genus *Simulium* from the northern Andes (Simuliidae, Diptera). Am. Mus. Novitates (2447): 1-38.

WYGODZINSKY, P. & S. COSCARÓN, 1982. Description of three unusual species of the black fly subgenus *Simulium* (*Ectemnaspis*) from the Andes of Colombia (Diptera, Simuliidae). Am. Mus. Novitates 2736 :1-13.

WYGODZINSKY, P. & S. COSCARÓN, 1989. Revision of the black fly genus *Gigantodax* (Diptera: Simuliidae). Bull. Am. Mus. Nat. Hist., vol. 189.